

目標6 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現
スケーラブルな機能集積型イオントラップと多重光接続で実現する誤り耐性量子コンピュータ

ここから、新・未来へ



Project manager

(2025 年度採択)

高橋 優樹

沖縄科学技術大学院大学 量子情報物理実験ユニット 准教授



代表機関

沖縄科学技術大学院大学

研究開発機関

大阪大学、沖縄科学技術大学院大学、九州大学、慶応義塾大、情報通信研究機構、東京大学、量子科学技術研究開発機構、Qubitcore Inc.、QuEL, Inc.

プロジェクト概要

イオントラップ方式による光接続型誤り耐性量子コンピュータの実現を目指すものです。2030 年までに、100 量子ビット規模の量子コンピュータを構築し、量子誤り訂正や論理演算の実証、さらに 1,000 量子ビット超へ拡張可能な万能単位セル (UUC) や多重光接続などの基盤技術を確立します。これらを発展させ、2050 年には複数の量子処理ユニット (QPU) が連携する百万量子ビット級の量子スーパーコンピュータを実現し、新素材開発・創薬・エネルギー最適化など社会課題を根本から変革する計算基盤の創出を目指します。

2030年までのマイルストーン

2030 年までに、本プロジェクトは誤り耐性量子計算を実現する基盤構築を目指します。まず、100 量子ビット規模のイオントラップ量子コンピュータを構築・安定稼働させ、量子誤り訂正や論理演算の実証を行います。同時に、1,000 量子ビット超に拡張できる要素技術として、量子 CCD、微小光共振器による光インターフェース、近接場高忠実度ゲート、集積光回路、複数サイト蛍光測定を開発します。これらの技術を集約した万能単位セル (UUC) の実証 (図 1) と、多重化された光接続による遠隔量子もつれ生成を達成し、日本発の拡張可能量子アーキテクチャの国際的優位性確立を目指します。

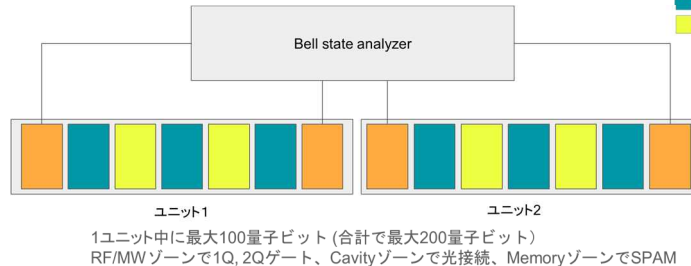


図1 万能単位セル (UUC) 概略図

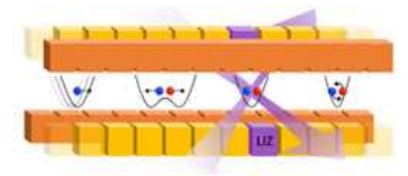
2028年までのマイルストーン

誤り耐性量子コンピュータの実現に向けた基盤技術を確立します。まず、100 量子ビット級の初号機を構築・稼働させ、量子誤り訂正の実装から復号までの一連の操作を実証します (図 2)。同時に、将来の 1,000

量子ビット級への拡張に不可欠な要素技術として、微小光共振器によるイオン-光子もつれ生成、三次元集積光回路、RF 近接場ゲート用三次元トラップ、複数サイト蛍光検出系などの先進デバイスを開発し、性能評価を進めます。さらに、量子 CCD による高速シャトリング、多チャンネル光フィードスルー、イオン協同冷却など、拡張性を支える基盤技術を整備し、2030 年以降の大規模 QPU 統合に向けた応用段階の技術的土台を構築します。



QPU



Laser Interaction Zone (LIZ) とイオンの量子 CCD 操作

図2 イオントラップ量子コンピュータ (初号機)
 (マインツ大学提供)

研究開発体制 (2026 年 4 月時点)

以下の技術戦略に基づき研究開発を推進します。

量子コンピュータシステム

- 初号機の構築と統合を主導
- ・ マインツ式量子コンピュータ (QC 宮西)
 - ・ 誤り訂正実証 (QC 宮西、慶応大 佐藤)
 - ・ 制御装置 (QuEL 大平)
 - ・ 30量子ビットシステム運用 (阪大 豊田)

先進的集積技術

- 次世代QPU向けデバイスを開発
- ・ MEMSミラー共振器 (OIST高橋、東大 三田、NICT 古澤)
 - ・ RF量子ゲート (東大 野口、阪大 豊田)
 - ・ 集積光回路 (阪大 長田、九大 横山)
 - ・ スケーラブル蛍光検出 (東大 中村)

光接続

- 高速・多重の光接続技術を実証
- ・ もつれ実証 (OIST 高橋)
 - ・ 通信路多重化 (阪大 土師、長田)

拡張性のための基盤技術

- 大規模計算を支える要素技術を整備
- ・ 多チャンネル光フィードスルー (QST 島田)
 - ・ イオン協同冷却技術 (東大 長谷川)
 - ・ イオンシャトリング高速化多重化 (阪大 田中、QuEL 大平)
 - ・ スケーラブル蛍光検出 (東大 中村)

QC: Qubitcore Inc.
 OIST: 沖縄科学技術大学院大学

NICT: 情報通信研究機構
 QST: 量子科学技術研究開発機構